

必然性のある学びで、技術との関わり方への視野を広げる — セイサク君から技術の世界を広げよう (第2学年) —

福井大学教育地域科学部附属中学校 奥村 栄司郎

昨年の出前授業『21世紀夢講座』で出会った自転車型ロボット。ここで使われている組み込みコンピュータは、エネルギーや資源の有効利用など、持続可能な社会の構築に向けて、重要な鍵を握っている。仲間とともにロボット教材を動かす中で、コンピュータ制御の概念をつかみ、一人一人がこれからの技術との関わり方について考えていくような授業を展開したい。このような思いを持ち、実践を行った記録である。

キーワード：コンピュータ制御、ロボット、技術、探究、協働

1. 学びの構想

快適で持続可能な社会を実現するための技術

我々が現在、便利で快適な生活を送っている裏には、様々な技術が関わっている。環境への関心が高まるにつれ、省エネルギー製品が次々と開発されているが、エネルギーを効率よく仕事に変換するため、きめ細かく機器を制御しているコンピュータの存在は大きい。また、高齢者や障害のある方々でも使いやすいような機器は、より簡単に、安全に使用するためにコンピュータが組み込まれているものも多い。しかし、一般消費者としては表に見えないため、そのことに気づくことは難しい。本校では教科で大切にしている本質を「核となる学び」と呼んでおり、技術科では「ものごとを技術的に捉え、自分の生活とつなぐ」と考えている。学習において自ら体験する中で、技術的な事象や込められた思い、その歴史といった技術的な価値を理解し、それらを適切に評価するとともに、自分の生活との関係を見出し、技術と向き合っ

子どもの問いがつながる展開

本校では、将来の生き方を考えるきっかけにと、PTAの方が開催して下さっている『21世紀夢講座』という行事がある。その中で、企業でロボット開発に携わる方による、開発の経緯の説明とロボットのデモが行われた。テレビ等でも取り上げられているロボットなので、受講希望者も多く、実際にロボットに挑戦してみたいと思っている生徒も多い。教科を学ぶ必然性はもちろんだが、子どもが問いを持ち、自分たちで筋道を立てて意味づけながら、解決に向かう必然性という側面も重要である。子どもが自分たちで筋道を立て、問いが連続するような授業で学びを広げ、深めていきたい。

昨年までのカリキュラムでは、この題材は2年生の後半に実施してきた。ものづくりを中心とした内容とコンピュータを中心とした内容を、学習の組織でつなげ、探究の繰り上がりを意識してきた。しかし、内容的に関連のあるものが並んでいた方が、子どもにとって問いが続き、探究が深まっていくのではないかと考えた。そこでコンピュータの一利用形態であるインターネットに関する学びから、制御やコンピュータそのものを探究の材にする本題材を連続して設定することとした。ロボット教材のプログラミングを通し、計測・制御の概念とプログラムの考え方を学び、身のまわりの生活を振り返る中で、身近な技術として捉えさせる。さらに未来の制御に思いをはせる中で、一人一人にこれからの技術とのかかり方について考えさせていきたい。

2. 学びのストーリー

(1) セイサク君はどのように動いているのだろうか

(第1～2時)

コンピュータ制御について学習していく導入として、昨年度出前授業『21世紀夢講座』で本校に登場したロボット「ムラタセイサク君」のビデオを視聴した。器用に平均台を自転車で渡っていく様子から、どのようにこのロボットが動いているのかを、グループごとに考え、カードにまとめていった。5班に注目して学びのプロセスを紹介する。

5班の意見

- ・背中にある電池で動く
- ・モーターが回転して動く
- ・センサでバランスをとる

出前講座で説明を聞いた子どもからは次のような意見が出てくる。

生徒：前の扇風機っぽいものが回転してバランスをとっている。倒立振り子の原理だそうだ。

生徒：実はリモコンでセイサク君を動かしていた。
生徒：裏にパソコンがあって、無線で通信してセイサク君を操っていた。
生徒：コンピュータで制御している。
教師：制御って何？
生徒：ロボットの中に動作が設定されている。
生徒：プログラムに動き方が設定されている。

このような会話から「電気・モーター・コンピュータ・センサ・プログラム」の5つを今回のキーワードとして板書し、この言葉を念頭に置きながら、今後の学習に臨むこととした。

Webでムラタセイサク君と検索すると様々な情報がヒットする。2時間目はインターネットを使い、セイサク君について調査を進めた。また前時のキーワードをつなげ、セイサク君が動く理由をグループごとに説明した。

5 班の意見

電気を使い、コンピュータがセンサの情報を元に、モーターでセイサク君が動くようにプログラムされている。

(以後の生徒氏名はすべて仮名である)

今日はセイサク君のCMを見た。セイサク君の動く仕組みが少しずつ分かってきた。(浩二)
セイサク君にはいろんなセンサなどの最新技術が詰まっていることが分かった。謎を解明したい。(颯太)



図1 出前授業の様子

(2) ミニセイサク君を動かしてみよう

(第3～5時)

①ミニセイサク君のことを知ろう

教師：今までセイサク君について調べてもらったけど、振り返りでは実際に動かしてみたいという人が何人かいました。ところでセイサク君はいくらぐらいか知っている人いるかな。
生徒：夢講座のときは1600万円と言っていました。(子どもの中からどよめき)
生徒：それじゃ買えないよ。
教師：本物は無理だけれど、セイサク君のように平均台を渡ることができるロボットを用意しました。グループで動かしてみよう。
生徒：ミニセイサク君だあ。やったー。

早速、自分たちでミニセイサク君を動かしてみたい子どもたち。さっそくスイッチを入れるが、無反応のロボット。

生徒：先生、壊れているみたいです。動きません。ひょっとしたら電池がないんじゃないですか。
教師：セイサク君はどうやって動いていたか、覚えている人？
生徒：コンピュータで指令を出していました。
教師：その通りだね。みんな自分たちのロボットをよく見てみよう。セイサク君と似ているところはあるかな。

教材提示装置でロボット教材を映し出しながら、前のキーワードにあった「電池、モーター、コンピュータ、センサ」の位置を確認した。

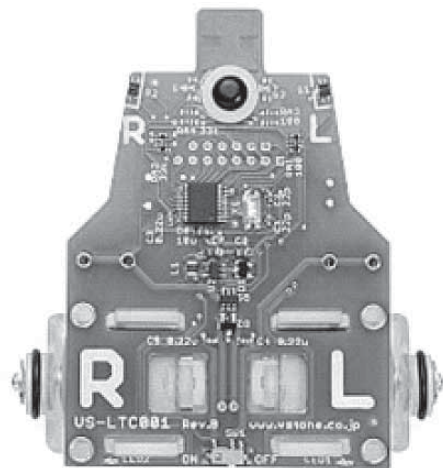


図2 ロボット教材裏側

プログラミング用ソフトウェア「Beauto Builder R」をインストールして、起動方法と、直進のプログラムの作り方、転送の仕方を説明し、実際にグループごとにロボットを動かした。このソフトウェアはアルゴリズムをGUI環境で直接表現できるため、簡単にプログラムに挑戦できる。

今日は簡単なロボットを動かした。本当に動いてびっくりした。楽しかった。(梨花)
ロボットを直進させることだけはできた。今度は複雑な動きをするプログラムを作りたい。(浩二)

初めてこのロボットを使った子どもたちも、まずは動かすことができ、今後の活動につなげることができた。

②セイサク君のように平均台を渡ろう

前時にロボットの動かし方は分かってきたため、平均台に見立てた長い板を各グループに配り、セイサク君のように平均台を渡るプログラミングに挑戦した。コースも水平ではないところもあり、ロボット教材に使われているモーターの個体差などの影響ででなかなかまっすぐに渡りきれない。各グループで作戦会議が始まり、プログラミングに向かう。

生徒：先生、どうしてもまっすぐ走らないのですが。

教師：モーターの出力をコントロールする方法があるから調べてみて。

生徒：ありました。

このようなやり取りから、PWM制御で模型用モーターの出力を調整して、まっすぐ走るようにプログラムを作っていた。

今日は板をまっすぐに走らせた。モーターの速さを1%変えるだけで、結構動きが変わった。楽しい。(梨花)

右と左のモーターの回転数を、曲がる方を上げるとまっすぐ進むことが分かった。(由紀)

直進させるだけで苦労した。左右のモーターの回転を少しずつ変えるのが大変だった。(浩二)

私は動かせなかったけど、横の人が動かしていて、まっすぐ動いていなかったのが、難しいんだなと思った。(音々)

授業後の振り返りには、上記の感想を書いている。今回、自分から積極的にロボットを動かせなかった音々には振り返り用紙に、活動を促すコメントを記入した。



図3 まっすぐな板を渡らせる子ども

2時間目は、まず前回どのようにプログラムしたかを、グループごとに発表した。

生徒：うちのグループはだんだん左にずれていったので、1秒まっすぐ行ったら、0.2秒右に曲がって、またまっすぐ行くようにしました。

梨花：モーターの速さを、右だけ1%大きくしたら、まっすぐ走りました。

教師：それでは、ちょっとビデオを見てみよう。セイサク君は曲がった平均台も渡ることができました。まっすぐがうまくいったグループは、曲がったコースにも挑戦してみよう。

5班は女子と男子で別々にプログラムを作ることになった。浩二と颯太はカットアンドトライを繰り返し、まっすぐ行って右に曲がり、またまっすぐ行って左に曲がりという具合でプログラムを作っていた。

生徒：セイサク君もカメラで平均台を見ながら走っているんだから、そうした方がいいんじゃない。

生徒：センサを使えばいいと思うけど、どうする。

生徒：先生、センサはどうやって使うんですか。

教師：先ほどのビデオでも、セイサク君はセンサで平均台を読み取り、コンピュータが指令を出しながら、渡っていたね。興味がある人はこのプログラムを動かしてみて。

まっすぐ走っているロボットで、赤外線センサで反射光を読み取り、黒いラインに差し掛かると右に曲がる動作を繰り返すプログラムを提示した。このプログラムをもとに、各々曲がった平均台を渡るプログラムに挑戦した。前時で触れた音々も梨花と一緒にまず直線走るプログラムを完成させた。

センサを使った。こんなに小さいものが動く場所を決めるなんてすごいと思った。(梨花)

まっすぐ動かすことができたので良かった。いろんなコースを走らせたい。(音々)

第3時は、各グループが曲がった平均台を渡るプログラムに挑戦した。この段階では自分たちでプログラミングに取り組んでいるため、教師は各グループを回りながら、一緒にどのように進めていくかを考えていく。

生徒：左のセンサを使って動かしていくと、左に曲がったコースは走れるけど、右に曲がるところはうまくいかない。

生徒：右と左を使い分ければいいんじゃない。でもどうやってプログラムすればいいの。パソコンでどうやっていいかわからない。

教師：右と左と使うのはいいアイデアだね。たとえば右が白と黒で条件を分けて、その下に左の処理を入れていくと、どうかな。

生徒：どうしても右には曲がれないよ。

教師：右と左、両方のセンサを使うといいよ。

生徒：どうやってやるんですか。

教師：5班は挑戦しているようだから、どうしてもわからなかったら、相談してみたら。

グループごとに様々な課題が出てくる。その課題に教師が直接関わることも必要だが、他のグループとつなげていくような関わりも大切だと思う。このようなやり取りを通して、各グループがプログラムを完成させていった。

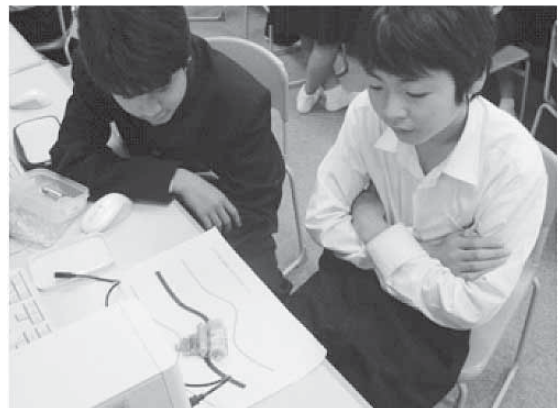


図4 曲がったコースに挑戦する子ども

今日やっとセンサの詳しいことが分かった。左センサと右センサを使うのはすごく頭を使うので、難しい。(梨花)

初めてセンサを使ったプログラムを作った。とても難しかったが、だいたいコースを走るようになったので良かった。(浩二)

(3) 自分たちでコースを決めて走らせよう

(第6～8時)

セイサク君のように平均台を渡るプログラムを完成させた子どもからは、もっと違うコースを走らせたいという声が上がってくる。そこで4つ切りの画用紙に太いペンを使い、自分たちでコースを決めて走らせようと提案した。一筆書きのコースは平均台と同じ考え方で走らせることができるので、ゴール地点を決め、そこで止まるようにする。難易度の高い課題に挑戦したいグループはラインが重なる部分を作るという課題を提示した。



図5 グループでコースを考える子ども

5班はネコのキャラクターをモチーフにしたコースに挑戦することになった。細かい部分はあるが、基本的には両方のセンサを使いながらライントレースをしていくコースなので、モーターの出力を調整してコースを回ることができた。しかし、ゴールとして設定した場所で止めることができない。どのようにしたらいいか話し合っている間に、本時は終了となった。

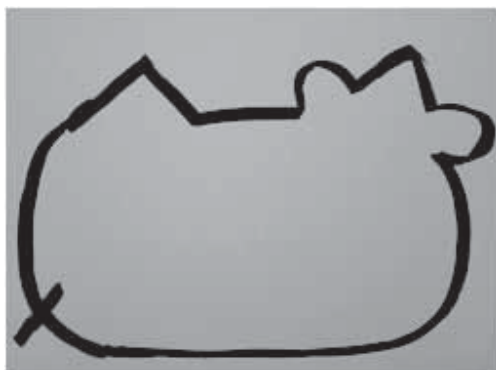


図6 5班が設定した課題

次の時間は、どうゴールとするかを話し合うところから始まった。

由紀：ゴールは、両方のセンサが黒くなった時、止めればい

いのでは。

梨花：どうやってプログラムしようか。

浩二：IFを並べていけばいいのでは。

教師：場合分けの仕方がポイントになるよ。

1台のコンピュータに5人で顔を突き合わせてプログラミングしている。ロボットにプログラムを転送してコースで走らせて、プログラムを修正してと何度か繰り返して、うまく止まれるようになった。他のグループも、ロボットの動きを覗き込んで、拍手を送っている。そこで、スクリーンにロボットを映し出し、由紀と梨花にプログラムの考え方を説明してもらった。同じようなところで迷っていたグループも、これをヒントにプログラムを考えていった。その後、他のグループから質問に来た時には、実際にはコンピュータを使っていない音々が、画面を指差し説明した。

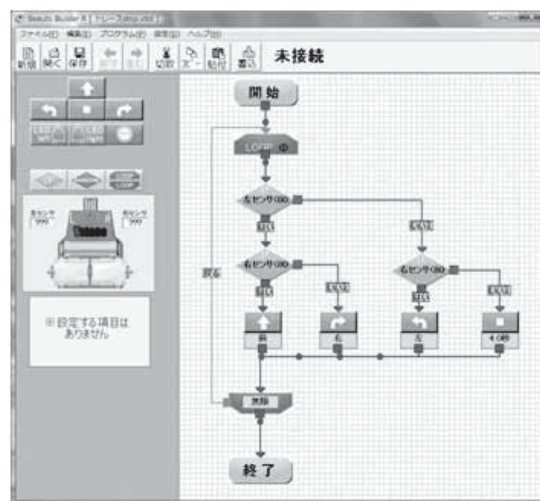


図7 5班のプログラム

設定しているのを見て大変そうだった。完成するといい。

(音々)

うまく動かすことができて良かった。プログラムの作り方が分かった。(由紀)

自分たちで作ったコースに沿ってロボットを走らせることができた。またゴールでしっかりとまることもできるようになった。とても苦労したが、やっとできたのがうれしい。(浩二)

3時間目は、違うコースに挑戦しようということで、ラインに重なりがあるひらがなの「ゆ」に挑戦するが、今までのプログラムでは重なった部分をゴールと認識するため、止まってしまう。

教師：どうしたらいいと思う。

梨花：重なった時も進むようにすればいいけど、そうするとゴールできない。

教師：一瞬重なった時はまっすぐ行くとかできないかな。

梨花：それでもゴールは超えてしまうのでは。

教師：ゴールのラインを太くしたら。

他のグループでもうまく曲がれない鋭角のコースを修正しているところがあったが、実際の工場等で使われている運搬ロボットもラインで微調整をするそうだ。同じ

ように、プログラムではなくゴールのしるしを大きくして対応することも必要である。

8の字のように重なった部分を通り直ぐに走るには…。すごく難しい。(梨花)

自分たちのコースはできたので、少し難しそうな「ゆ」に挑戦した。惜しいところまで行ったが、残念ながら完走できなかった。(浩二)

(4) 制御って何だろう (第9～12時)

コンピュータ制御とは何か、そして現在どのように使われているか、さらに今後どのように利用していったら良いかをレポートにまとめる課題を出した。教科書や資料集をまとめるもの、Webで検索しながら、さまざまな組み込みコンピュータを見つけ出し、レポートにまとめていくものさまざまであった。

最後に、各自が作ったレポートを、学校内ネットワークに置かれたWikiサーバーに掲載し、お互いのレポートを読み合った。Wikiのシステムはコメント欄を設けることにより、情報交換も可能になる。感想や疑問を書き込みながら、修正を重ねていった。

コンピュータ制御の3要素(センサとコンピュータ、仕事をやる部分)についてまとめることができた。

コンピュータ制御は身の回りの生活に必ずあるレンジやクーラーなどに入っていることが分かった。これは未来でも活用すべきだと思う。

制御を活用すれば、人間ではできない危険な仕事や障害者のサポートなど、便利になると思う。

他の人たちのレポートはとてもわかりやすく、改めて理解できたものがあってためになった。

浩二はこのように毎時間の感想を残したが、レポートにはコンピュータ制御とロボットの関係を論じ、コンピュータ制御が未来を発展させる一つの鍵になると述べた。また、ロボットのプログラミングにはあまり積極的でなかった音々もこの課題には集中して取り組んだ。



図8 音々のWikiページ

3. 省察

(1) 実践を支えてきたもの ―本題材の意義― 実際のプログラミングから広げ、深める展開

今回はロボットから始まり、制御のことを調べて、まとめました。ロボットが設定した通り動いたときは、結構びっくりしました。(梨花)

はじめはコンピュータのプログラムについて何も分からなかったけれど、ロボットを動かしながら、プログラムをすることができるようになって、良かったです。(由紀)

身近で活用されているコンピュータ制御の技術をつかんでいくためには、実際に体験してみることが一番近道である。平均台を自転車ですり抜けるロボットがどのように動いているかを考える中で、コンピュータの存在に気づく。実際に教材用ロボットを使って、実際にプログラムを作成し、動かしてみることにした。今回使用した制御用ソフトウェアは、細かい文法を学ぶことなく、フローチャート形式のGUI環境でアルゴリズムを表現することができるため、子どもにとって分かりやすく、短期間で実際のロボットを動かすことができる。分岐、反復、条件判断といったアルゴリズムの考え方や、単にアクチュエータを動かすシーケンス制御から、センサを用いたフィードバック制御を実践する中で、コンピュータ制御の基本的なしくみを理解することができると考える。また、自分たちでコースを設定し、それをクリアするプログラムを考えていく中で、課題の解決のための処理の手順を工夫し、さまざまなプログラムを作成していくことができる。さらに、ロボットを動かすことにより、入力・出力・記憶・演算・制御の5大機能など、コンピュータそのものの仕組みも知ることができる。このようにロボットを動かすためのプログラミングから、学習を広げ、深めていく展開が可能となる。

自分の生活とつなぐ

コンピュータ制御について知ることができた。これからコンピュータ制御がどんな所で使われていくのか楽しみです。でもエアコンにまで使われていたのは初めて知りました。(音々)

ロボットを動かした経験から身の回りを見渡すと、便利で使いやすい機器に組み込まれたコンピュータが見えてくる。自分でプログラミングして、苦勞しながらロボットを動かしたからこそ、その課題も分かってくる。電子体温計の誤差や回生ブレーキのタイミングなど、さまざまな問題を調査する中で、情報に関する技術に関わる倫理観を育成するとともに、情報処理の手順を考える中で、新しい発想を生み出し活用することの価値に気づかせるなど、知的財産を創造・活用しようとする態度も育成したいと考えた。そして、レポートを通してこれからの制御を考えていく中で、社会の基盤としての技術や、技術の光と影といった2面性、さまざまな制約条件の中で最

適解を見出していく重要性など、技術とのかかわり方について考えさせることができた。

コミュニケーションが支える探究活動

ロボットを動かし、制御について知るといっても、さまざまな生活経験を持ち、興味関心の違う子どもたちが、各自一斉に探究を進めていくことは難しい。グループで知恵を出し合い、自分たちが考えたコースを走るプログラムを作る中で、基本的なプログラムの技能を定着させることができた。また、中間発表を通し、他のグループと交流しながら、同じような動きをする処理でも、色々なアルゴリズムがあることを知り、プログラムについての理解を深めることとなった。さらに、様々な視点からとらえた、生活と制御のかかわりをお互いに交流することにより、視野を広げ、大きく技術について考えていくことが可能となる。生徒のコミュニケーションが生まれる展開から、探究活動を促進し、さらにコミュニケーション活動が活性化されるという、相乗的な効果を発揮しながら学びの価値を高めていったと考える。

(2) 今後の課題

教育実践研究会のレポートや、部会で話し合ったことも含め、研究集会の授業も普段の延長上という方が多く、

何よりもいつもの授業を反省させられた。今回は、探究を深めるための習得と見取りを生かした個に応じた指導の重要性を特に感じた。子どもたちの意欲や、学習能力に甘えて、普段の授業が疎かになっていないか、3年目で少し慣れてきた現在、気を引き締めたいと思った。

研究集会の分科会では、子どもの考えを表出させ、コミュニケーションを活発化させるための工夫、子どもの考えを教師が価値付けしていく支援についての話をお聞きした。個々の先生方が工夫されていることを、レポートや部会で学ばせていただきながら、自分なりに咀嚼して取り入れていきたい。

今まで附属中学校で大切にしてきた研究を続けさせていただきながら、ものづくりを中心としたカリキュラムから脱却して、加工・情報・エネルギー・生物育成と幅広い技術について探究しながら、現代社会に生きる人間として、技術をつかみ、生活に生かしていけるようなカリキュラムを考えていきたいと思っている。

参考文献

福井大学教育地域科学部附属中学校（2010）
学びを拓く《探究するコミュニティ》研究紀要38号

**The Expansion of the View to How to Relate with Technology by Learning with the Necessity.
—Let's Expand the World of the Technology from Seisaku-kun.—**

Eishiro OKUMURA

Key words : computer control, robot, technology, inquiry, collaboration